

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Albert Kreh Group: Unknown
Application No.: Not Yet Assigned Examiner: Not Yet Assigned
Filed: Herewith Confirmation No: Unknown
For: *Autofocus Module for Microscope-Based Systems*

CERTIFICATE OF EXPRESS MAIL

I hereby certify that this paper (along with any paper referred to as being attached or enclosed) is being deposited with the United States Postal Service on the date shown below with sufficient postage as Express Mail in an envelope addressed to: Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, Express Mail Label No. EY 320706635 US

By: 

Deborah Celeste

July 23, 2003
Date

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The above-referenced patent application claims priority, pursuant to 35 U.S.C. §119, from German Patent Application No. DE 102 34 756.5-51 filed on July 30, 2002. To perfect this claim of priority, Applicant hereby submits a certified copy of the priority application DE 102 34 756.5-51.

Dated: July 23, 2003

Respectfully submitted,

By: 

Maria Eliseeva, Reg. No. 43,328
Customer No. 29127
Houston Eliseeva LLP
4 Militia Drive, Ste. 4
Lexington, MA 02421
Tel: 781-863-9991
Fax: 781-863-9931

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 34 756.5

Anmeldetag: 30. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Leica Microsystems Semiconductor GmbH,
Wetzlar/DE

vormals: Leica MicrosystemsWetzlar GmbH,
Wetzlar/DE

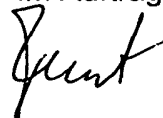
Bezeichnung: Autofokusmodul für mikroskopbasierte Systeme

IPC: G 02 B 7/28

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag



Faust

Autofokusmodul für mikroskopbasierte Systeme

Die Erfindung betrifft ein Autofokusmodul für ein mikroskopbasiertes System. Im besonderen betrifft die Erfindung ein Autofokusmodul für ein mikroskopbasiertes System mit einem Objektiv, das einen

- 5 Abbildungsstrahlengang definiert, der auf einer Oberfläche eines Objekts senkrecht steht und auf diese fokussierbar ist, und einem Beleuchtungsstrahlengang, der eine Lichtquelle zur Beleuchtung des Objekts umfasst.

- Die Patentschrift DE 32 19 503 offenbart eine Vorrichtung zum selbsttätigen Fokussieren auf in optischen Geräten zu betrachtende Objekte. Nach der Reflexion an der Oberfläche eines Objekts passiert das reflektierte Messlichtstrahlenbündel nach Reflexion an einem Teilerspiegel eine Blende. Mittels einer vollverspiegelten Fläche wird ein Teil des Messlichtstrahlenbündels ausgespiegelt und wird nach Durchtritt durch eine Spaltblende auf eine Differenzdiode geleitet. Im fokussierten Zustand befindet sich der Fokus zwischen den beiden Dioden. Bei Defokussierung wandert der Messspot auf einen der beiden Dioden, die mit entsprechenden Steuermitteln verbunden sind. Durch die Steuermittel werden optische oder mechanische Mittel des Mikroskops verstellt, um dem Messspot wieder zwischen die beiden
- 10 15 20 Dioden zu verbringen und somit die Fokusslage wieder herzustellen.

- Die Europäische Patentanmeldung EP-A-0 124 241 offenbart ein Mikroskop mit einer automatischen Fokuseinrichtung. Das Mikroskop umfasst eine Speichereinrichtung zum sicheren der Daten von den Objektiven, die im Mikroskop Verwendung finden. Ebenso ist eine Kontrolleinrichtung vorgesehen, die die verschiedenen Mikroskopfunktionen überwacht und regelt. Zu den Aufgaben der Kontrolleinrichtung zählt ebenfalls die Bewegung des Fokussiertisches. Ein CCD-Element ist als Bildaufnahmeeinrichtung
- 25

vorgesehen, das ein von dem jeweils ausgewählten Objektiv ein Bild empfängt und zusammen mit einer Recheneinheit aus dem optimalen Kontrast die Bildschärfe ermittelt. Bei der Ermittlung des optimalen Schärfegrades müssen die Objektivdaten des aktuell verwendeten Objektivs berücksichtigt werden.

5 Diese Daten sind wie bereits oben erwähnt in einem Speicher abgelegt.

Ferner offenbart die deutsche Offenlegungsschrift DE 41 33 788 ein Verfahren zur Autofokussierung von Mikroskopen und ein Autofokussystem für Mikroskope. Das Bild eines Objekts oder einer auf das Objekt eingespiegelten Struktur wird zwei Bereichen auf einem Detektor oder zwei verschiedenen

10 Detektoren zugeleitet, wobei in Fokusstellung ein Bild vor einem Detektor und ein Bild hinter dem anderen Detektor entsteht. Die Bildschärfen auf den Detektoren werden in elektronische Signale umgewandelt, deren Differenz zur Scharfstellung des Objektivs verwendet wird. Die Abstände des Bildes oder der jeweiligen Struktur zu den jeweiligen Detektoren sind einstellbar. Gezielte
15 Offset-Einstellungen sowie „IR-Offset“-Korrektureinstellungen sind realisierbar.

Problematisch bei der automatischen Fokuseinstellung bei Mikroskopen, zur Untersuchung von Objekten mit mehreren Fokusebenen, ist, dass der Autofokus nicht weiß auf welche Ebene scharf gestellt werden soll. Der Autofokus kann nur auf eine der Ebenen fokussieren und es kann leicht

20 passieren, dass der Autofokus die Fokusebene verliert und auf eine andere springt wenn er nachregelt. Die mehreren Ebenen kommen z.B. in der Halbleiterindustrie bei den verschiedenen Topologiestufen oder den mehreren Fotolackschichten zustande. In der herkömmlichen Mikroskopie, der konfokalen Mikroskopie gibt es ebenfalls mehrere Schichten auf die Scharf
25 gestellt werden kann. Bei Proben die mit Deckgläsern versehen sind. Kann dies die Oberseite des Deckglases mit der Grenzschicht zur Luft oder die Unterseite des Deckglases mit der Grenzschicht zur Probe sein.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht entsprechend darin, ein Autofokusmodul für ein mikroskopbasiertes System zu schaffen, mit dem
30 mehrere Fokusebenen auf einmal detektiert werden können. Hinzu kommt, dass man auf eine ausgewählte Fokusebenen letztendliche fokussieren kann.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst durch ein Autofokusmodul für ein

mikroskopbasiertes System, das dadurch gekennzeichnet ist,

- dass eine Lichtquelle vorgesehen ist, die ein Messlichtbündel zum Bestimmen der Fokusslage erzeugt,
- 5 • dass ein optisches Mittel vorgesehen ist, das das Messlichtbündel derart teilt, dass ein außermittig verlaufendes Messlichtstrahlenbündel entsteht,
- 10 • dass im Abbildungsstrahlengang des mikroskopbasierten Systems ein erster dichroitischer Strahlteiler vorgesehen ist, der das Messlichtstrahlenbündel außermittig in das mikroskopbasierte System einkoppelt und auf die Oberfläche des Objekts richtet;
- 15 • dass das optisches Mittel ein vom mikroskopbasierten Systems remittiertes Messlichtstrahlenbündel auf ein Detektorelement richtet, und
- dass zwischen dem Detektorelement und dem optisches Mittel eine Zylinderlinse vorgesehen ist.

Das Autofokusmodul hat den besonderen Vorteil, dass zwischen dem Detektorelement und dem optischen Mittel eine Zylinderlinse vorgesehen ist, die für die Bestimmung der Fokusslage eine Linie erzeugt, die auf den Detektorelement abgebildet wird. Hinzu kommt, dass Mittel vorgesehen sind, die 20 das Detektorelement um eine Achse schwenken, so dass das Detektorelement zu einer durch die Oberfläche des Objekts definierten Ebene geneigt ist, bzw. dessen Neigung einstellbar ist. Ferner kann das Detektorelement ausschließlich nur um eine Achse geschwenkt oder eingestellt werden, die parallel zur x-Achse eines Koordinatensystems ist. Die optischen 25 Komponenten des Autofokusmoduls sind in einem Gehäuse zusammengefasst. Dadurch sind die optischen Elemente in dem Modul vorjustiert und es kann schnell an ein bestehendes mikroskopbasiertes System angebaut werden. Das Detektorelement kann als ein 2-dimensionalen Flächensensor oder aus mindesten zwei parallel zueinander angeordneten 30 linearen Zeilensensoren ausgebildet sein. Im Autofokusmodul wird als Lichtquelle eine Laserlichtquelle verwendet, die IR-Licht als Messlicht

aussendet. Dies ist von Vorteil, da dadurch nicht das Objekt beeinflusst wird. Ein Rechner oder ein Steuersystem sind mit dem mikroskopbasierten System und dem Modul verbunden, das dazu dient das Detektorelement im Modul und das mikroskopbasierte System zu steuern. Die Steuerung ist der Neigung des Detektorelements ist wichtig, da Mittel vorgesehen sind, die eine Einstellung der Neigung des Detektorelements vornehmen. Hinzu kommt, dass das Detektorelement in seiner Neigung während der Messung verändert werden kann, die führt zu einer Änderung der Empfindlichkeit der vorgenommenen Messungen.

10 Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der nachfolgenden Figurenbeschreibung, bei deren Darstellung zugunsten der Übersichtlichkeit auf eine maßstabsgetreue Wiedergabe verzichtet wurde. Es zeigen im Einzelnen:

- 15 Fig. 1: eine teilweise Seitenansicht der Strahlengänge eines optischen Gerätes bzw. eines mikroskopbasierten Systems, mit dem ein Autofokusmodul verbunden ist;
- Fig. 2 eine Detailansicht des auf den Messsensor treffenden Messlichtstrahlenbündels;
- Fig. 3 eine weitere Ausführungsform des Detektorelements;
- 20 Fig. 4 zeigt den Autofokusmodul im fokussierten Zustand, wobei der Messstrahl auf einen Punkt fokussiert ist;
- Fig. 5 die Verwendung einer Zylinderlinse erzeugt aus dem Messspot eine scharfe Linie, die auf das Detektorelement abgebildet wird;
- 25 Fig. 6 die Linie wird durch Verkippen des Detektorelements in mehrere Punkte scharf abgebildet, wenn auf dem Objekt mehrere Fokusebenen vorhanden sind;
- Fig. 7a einen (oder mehrere) transparente Filme übereinander, die die unterschiedlichen Fokusebenen bilden;

- Fig. 7b eine Stufenstruktur auf dem Objekt, die klein gegenüber dem Messspot auf dem Objekt ist;
- Fig. 8a eine Ausführungsform eines weiteren optischen Elements, das Messlichtstrahlenbündels zusätzlich aufweitet; und
- 5 Fig. 8b eine zusätzliche Ausführungsform eines weiteren optischen Elements, das Messlichtstrahlenbündels zusätzlich aufweitet.

10 In Fig. 1 ist ein vertikal verlaufender Abbildungsstrahlengang 10 eines mikroskopbasierten Systems 1 dargestellt. Das mikroskopbasierte System 1 umfasst eine Lichtquelle 6, die Licht in den Beleuchtungsstrahlengang 11 aussendet. Das mikroskopbasierte System 1 dient zur Beleuchtung eines Objekts 20, das eine Oberfläche 21 definiert, die sich in der Fokusebene des mikroskopbasierten Systems 1 befindet. Das Licht des

15 Beleuchtungsstrahlengangs 11 passiert zunächst ein Objektiv 2 und trifft auf die Oberfläche 21 des Objekts 20. Von der Oberfläche 21 des Objekts 20 wird ein gewisser Teil des Lichts reflektiert und tritt zunächst durch eine Objektivpupille 3. Der von der Oberfläche 21 des Objekts 20 reflektierte Strahl tritt im

20 Abbildungsstrahlengang 10 durch einen dichroitischen Teilerspiegel 12, der im sichtbaren Bereich ein 50/50-Verhältnis und im IR eine hohe Reflexion aufweist. Danach durchtritt das Licht des Abbildungsstrahlengangs eine Tubuslinse 4 und in der Zwischenbildebene 5 wird ein Bild des Objektes 20 erzeugt. Danach gelangt das Licht im Abbildungsstrahlengang 10 zu einem nicht mit dargestellten Okular.

25 Der Beleuchtungsstrahlengang 11 des mikroskopbasierten Systems verläuft im dargestellten Fall horizontal. Von einer Lichtquelle 6 tritt Licht des Beleuchtungsstrahlengangs 11 aus. Nach Verlassen einer Optik 7 tritt das Licht durch eine Aperturblende 8, in deren Ebene ein nicht mit eingezeichneter Blendschieber angeordnet ist, der mindestens zwei Blenden unterschiedlicher Dimensionierung enthält. Mit Hilfe dieses Blendschiebers kann — manuell oder

30 motorisch — mit Positionsrückmeldung eine der Messung mit dem mikroskopbasierten System angepasste Aperturblende 8 eingeschoben werden. Das Licht des Beleuchtungsstrahlengangs 11 durchsetzt sodann einen

zweiten dichroitischen Strahlenteiler 13, der einen möglichst hohen Transmissionswert für das von der Lichtquelle 6 kommende sichtbare Licht und einen möglichst hohen Reflexionswert für IR-Strahlen aufweist. In der Ebene der Leuchtfeldblende 9 befindet sie eine Marke, deren Funktion weiter unten
5 erläutert wird. Das Licht des Beleuchtungsstrahlengangs 11 trifft nach Durchtritt durch eine Linse 14 auf den ersten dichroitischen Strahlenteiler 12, von wo aus die reflektierten Anteile in Richtung zum Objekt 20 umgelenkt werden.

Zur Einstellung des Fokus ist ein Laserautofokus vorgesehen, der in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel mit all den notwendigen optischen Komponenten
10 zu einem Modul 30 zusammengefasst ist. Das Modul 30 ist von einem Gehäuse 25 umgeben, das in Fig.1 symbolisch als gestrichelter Kasten dargestellt ist. Das Modul 30 kann beispielsweise in ein bestehendes optisches Beleuchtungssystem, wie es für Auflichtmikroskope etwa in dem deutschen Gebrauchsmuster 79 17 232 beschrieben ist, eingeschoben werden, wobei an sich bekannte Rastmittel
15 eine justiergenaue Positionierung des Moduls 30 im Beleuchtungsstrahlengang 11 sicher stellen.

Von einer Laserlichtquelle 31, die in der dargestellten Ausführungsform als Laserdiode ausgebildet ist, geht ein — vorzugsweise gepulstes — Laserlicht aus. Zweckmäßigerweise wird IR-Licht als Messlicht verwendet, weil es das
20 mikroskopische Bild des Objekts 20 nicht störend beeinflusst. Ein Messlichtbündel 32 wird über eine ortsfeste Linse 33 und sodann über eine Linse 34, die in axialer Richtung gemäß dem gestrichelten Doppelpfeil 35 manuell oder motorisch verschoben werden kann, auf den zweiten dichroitischen
Teilerspiegel 13 geleitet, der an der optischen Schnittstelle der Strahlengänge
25 des Messlichtbündel 32 und des Beleuchtungsstrahlengangs 11 angeordnet ist. In der Zwischenbildebene, in der die Leuchtfeldblende 9 positioniert ist, wird ein Bild der Laserlichtquelle 31 erzeugt.

Die Laserlichtquelle 31 wird auf der Oberfläche 21 des Objekts 20 in einen Messspot 16 abgebildet. Damit der Messspot 16 bei Defokussierung auf der
30 Oberfläche 21 des Objektes 20 auswandert, wird eine Hälfte einer Pupille 37 abgedeckt. Die geometrische Abdeckung einer Hälfte des Messlichtbündels 32 gelingt mit Hilfe eines kombinierten optischen Bauteils, beispielsweise eines


- Umlenkprismas 38, welches in Höhe der Pupille 37 in das Messlichtbündel 32 hälftig eingeführt ist. Das Umlenkprisma 38 enthält eine voll verspiegelte Prismenfläche 19. Der Teil des Messlichtbündels 32, der durch die Anordnung des Umlenkprismas 38 in seiner Ausbreitung nicht behindert wird, ist in der Fig. 1
- 5 mit dem Bezugszeichen 32a gekennzeichnet. Mit dem außermittig verlaufenden Messlichtstrahlenbündel 32a des beleuchtungsseitigen Messlichtbündels 32 gelangt also der außermittig verlaufende Teil 32a entlang — im wesentlichen — parallel zum Abbildungsstrahlengang 10 des mikroskopbasierten Systems 1 in die Objektivpupille 3.
- 10 Nach Reflexion an der Oberfläche 21 des Objektes 20 passiert das remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b und nach Reflexion am zweiten dichroitischen Teilerspiegel 13 trifft das Licht des remittierten Messlichtstrahlenbündels 32b auf die voll verspiegelte Prismenfläche 19 des Umlenkprismas 38. Von der voll verspiegelten Prismenfläche 19 des Umlenkprismas 38 wird sodann das
- 15 remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b herausgespiegelt. Nach Totalreflexion an einer Prismenfläche 40 sowie nach Durchtritt durch die Optik 41 wird der Strahl durch eine nachgeschaltete Zylinderlinse 42 aufgeweitet, bevor er auf ein Detektorelement 43 fällt. Das Detektorelement 43 kann als ein 2-dimensionaler Flächensensor, wie z.B. als CCD oder CMOS Sensor, ausgebildet sein. Das
- 20 Detektorelement 43 kann verkippt werden. Dazu sind Verstellmittel 46 und 47 vorgesehen, die das Detektorelement 43 bezüglich einer durch die Oberfläche des Objekts 20 definierten Ebene neigen. Die so durch das geneigte Detektorelement 43 definierte Ebene steht schräg (nicht senkrecht) zum einfallenden, remittierten Messlichtstrahlenbündel 32b, so dass das remittierte
- 25 Messlichtstrahlenbündel 32b im fokussierten Zustand nur in der Mitte scharf abgebildet wird. Ein Rechner 80 oder ein Steuersystem sind mit dem mikroskopbasierten System 1 und dem Modul 30 verbunden. Der Rechner 80 dient dazu den Detektorelement 43 im Modul und das mikroskopbasierte System 1 zu steuern und entsprechende Daten aufzunehmen und auch die
- 30 Verstellung bzw. Neigung des Detektorelements 43 vorzunehmen. Ferner kann die Einstellung des Fokus durch den Rechner 80 über einen Motor 23 vorgenommen werden, der den z-Trieb eines Mikroskoptisches 22 betätigt. Der Motor 23 empfängt vom Rechner 80 die entsprechend verarbeiteten Signale vom

Detektorelement 43. Diese Signale dienen zur Steuerung und Einstellung des Fokus und werden an den Motor 23 gegeben.


- Um zusätzlich noch eine Strahlaufweitung des Messlichtstrahlenbündels 32 zu erreichen ist zwischen dem Umlenkprisma 38 und der Linse 34 ein weiteres
- 5 optisches Element vorgesehen, das das Messlichtstrahlenbündels 32 zusätzlich aufweitet. Wie in Fig. 8a dargestellt ist, kann das optische Element ein Axikon 53 sein. Ein erstes und ein zweites Axikon 53a und 53b ist auf einer Glasplatte 54 als Träger aufgebracht. Das erste Axikon 53a wirkt auf das außermittig verlaufende Messlichtstrahlenbündel 32a und das zweite Axikon 53b
- 10 wirkt auf das remittierte Messlichtstrahlenbündel 32b. Das Ausführungsbeispiel aus Fig. 8b zeigt eine Toruslinse 57 als optisches Element. Die Toruslinse 57 ist ein Linsenelement, das zu einem Ring gebogen ist. Die Öffnung des Rings ist mit einer opaken Blende 58 versehen. Die Wirkung der Toruslinse 57 ist mit der des Axikons 53 vergleichbar.
- 15 In Fig. 2 ist eine Detailansicht des auf das Detektorelement 43 treffenden Messlichtstrahlenbündels 32b dargestellt. Durch die Zylinderlinse 42 wird aus dem Messlichtstrahlenbündel 32b im Fokus normalerweise eine Linie (siehe Fig. 4). Bei der in Fig. 2 gezeigten Darstellung ist das Detektorelement 43 um eine zur x-Achse des Koordinatensystems parallele Achse geschwenkt. Die durch die
- 20 Koordinatenachsen x-Achse und y-Achse aufgespannte Ebene 44 ist zur Oberfläche 21 des Objekts 22 parallel. Durch Verkippen des Detektorelements 43 um die x-Achse wird die Linie (Fig. 4) nur noch in einem Punkt 45 scharf abgebildet (nur eine im Objekt 20 vorhandene Schärfeebene. Wenn das Objekt 21 in Richtung der z-Achse verfahren wird, verschiebt sich das
- 25 Messlichtstrahlenbündels 32b auf dem Detektorelement 43. Die Richtung der Verschiebung ist durch den Doppelpfeil Px angedeutet. Durch das Verkippen des Detektorelement 43 erhält man im Gegensatz zu dem herkömmlichen Laserautofokus, trotz der Veränderung der Lage der Oberfläche 21 des Objekts 20, weiterhin einen Punkt auf dem Detektorelement 43 und kann im
- 30 defokussierten Zustand durch Analyse der Lage des Punktes 45 auf dem Detektorelement 43 den Abstand der Oberfläche 21 des Objekts 20 zur Fokusebene ermitteln. Ist das Detektorelement 43 bezüglich der durch die Oberfläche des Objekts definierten Ebene um einen Winkel geneigt, der durch

Verstellen des Detektorelements um die eine zur x-Achse und eine zur y-Achse parallele Achse erzielbar ist. Bei einem derart geneigten Detektorelement 43, läuft das Messlichtstrahlenbündels 32b entlang dem Doppelpfeil Px und der oder die Punkte entlang eines Doppelpfeils Py.

- 5 Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform des Detektorelements 43. Das Detektorelements 43 besteht aus mindestens zwei parallel zueinander angeordneten linearen Zeilensensoren 48 und 49. Jeder der Zeilensensoren besteht aus einer Vielzahl von linear angeordneten Photodioden 52.

- 
- 10 Fig. 4 zeigt den Laserautofokus für das mikroskopbasierte System 1 im fokussierten Zustand. In diesem Beispiel ist die Zylinderlinse 42 weggelassen und das Detektorelement 43 nicht gekippt. Das remittierte Messlichtstrahlenbündels 32b wird in diesem Fall auf einen durch die Optik 41 bestimmten einzelnen Punkt 50 fokussiert.

- 15 Fig. 5 zeigt das Ergebnis, wenn die Zylinderlinse 42 hinzugefügt ist. Das remittierte Messlichtstrahlenbündels 32b wird in diesem Fall auf einen durch die Optik 41 und die Zylinderlinse 42 in eine einzelne scharfe Linie 60 fokussiert. Dabei ist zu beachten, dass die durch das Detektorelement 43 definierte Ebene parallel zu der durch die Koordinatenachsen x-Achse und y-Achse aufgespannte Ebene 44 ist. Die Ebene 44 entspricht der Oberfläche 21 des Objekts 20.

- 
- 20 In Fig. 6 ist die Situation dargestellt, dass die Oberfläche 21 des Objekts 20 eine Struktur aufweist, die ein unterschiedliches Höhenprofil (siehe hierzu Fig. 6a und Fig. 6b) zeigt. Wie bereits bei der in Fig. 2 gezeigten Darstellung ist der Messsensor 43 um die zur x-Achse des Koordinatensystems parallele Achse geschwenkt. Die durch die Koordinatenachsen x-Achse und y-Achse aufgespannte Ebene 44 ist zur Oberfläche 21 des Objekts 20 parallel. Durch Verkippen des Detektorelements 43 um die x-Achse erhält man in vorliegenden Fall auf dem Detektorelement 43 mehrere Punkte 70, von denen jeder einzelne Punkt für eine spezifische Oberfläche auf dem Objekt 20 steht. Somit hat man die Möglichkeit auf mehrere Ebenen zu fokussieren.

- 30 In Fig. 7a und Fig. 7b sind zwei Ausführungsbeispiele für die Oberflächenstruktur eines Objekts 20 dargestellt. In Fig. 7a ist die Situation dargestellt, dass ein oder mehrere transparente Filme 61 übereinander auf der Oberfläche 21 des Objekts

- 20 angebracht sind. Der Autofokus kann nun auf die verschiedenen Filme gleichzeitig fokussieren. In dem in Fig. 7b gezeigten Beispiel ist auf der Oberfläche 21 des Objekts 20 eine Stufenstruktur 62 ausgebildet, die selbst wiederum auf einem transparenten Film 61 aufgebracht sein kann. Die
- 5 Stufenstruktur 62 ist klein gegenüber dem Messspot auf dem Objekt 20. Somit ergibt sich für den Messspot eine optimale Fokusslage zum einen auf den oberen Flächen 63 der Stufenstruktur 62 und zum anderen eine weitere optimale Fokusslage für die Gräben 64 der Stufenstruktur 62. Je nach der Gestalt der Stufenstruktur 62 oder den Anzahl der verschiedenen Filme 61 ergeben sich
- 10 mehrere optimale Fokusslagen, auf die man scharf stellen kann. Im der Vielzahl der Fokusslagen erzeugt jede dieser Fokusslagen bzw. Ebenen einen Punkt 70 auf dem Detektorelement 43. Durch Analyse der Lage dieser Punkte 70 zueinander kann man die verschiedenen Ebenen des Objekts identifizieren und dann die gewünschte Ebene in den Fokus steuern.
- 15 Die Erfindung wurde in bezug auf eine besondere Ausführungsform beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Änderungen und Abwandlungen durchgeführt werden können, ohne dabei den Schutzbereich der nachstehenden Ansprüche zu verlassen.

Bezugszeichenliste:

	1	mikroskopbasiertes System
	3	Objektivpupille
5	4	Tubuslinse
	5	Zwischenbildebene
	6	Lichtquelle
	7	Optik
	8	Aperturblende
10	9	Leuchtfeldblende
	10	Abbildungsstrahlengang
	11	Beleuchtungsstrahlengang
	12	dichroitischen Teilerspiegel
	13	zweiter dichroitischer Teilerspiegel
15	14	Linse
	16	Messspot
	19	verspiegelte Prismenfläche
	20	Objekt
	21	Oberfläche
20	22	Mikroskoptisch
	23	Motor
	25	Gehäuse
	30	Modul
	31	Laserlichtquelle
25	32	Messlichtbündel
	32a	außermittig verlaufende Messlichtstrahlenbündel
	32b	remittierte Messlichtstrahlenbündel
	33	ortsfeste Linse
	34	Linse
30	35	Doppelpfeil
	37	Pupille
	38	Umlenkprisma
	40	Prismenfläche
	41	Optik

	42	Zylinderlinse
	43	Detektorelement
	44	aufgespannte Ebene
	45	fokussierte Punkt
5	46	Verstellmittel
	47	Verstellmittel
	48	linearer Zeilensensor
	49	linearer Zeilensensor
	50	einzelner Punkt
10	52	Photodioden
	53	Axikon
	53a	erstes Axikon
	53b	zweites Axikon
	54	Glasplatte
15	57	Toruslinse
	58	opake Blende
	60	scharfe Linie
	61	transparenter Film
	62	Stufenstruktur
20	63	oberen Flächen
	64	Gräben
	70	Punkt
	80	Rechner
	Px	Doppelpfeil
25	Py	Doppelpfeil

Patentansprüche

1. Autofokusmodul (30) für ein mikroskopbasiertes System (1) mit einem Objektiv (2), das einen Abbildungsstrahlengang (10) definiert, der auf einer Oberfläche (21) eines Objekts (20) senkrecht steht und auf diese
- 5 fokussierbar ist, und einem Beleuchtungsstrahlengang (11), der eine Lichtquelle (6) zur Beleuchtung des Objekts umfasst, dadurch gekennzeichnet,
- dass eine Lichtquelle (31) vorgesehen ist, die ein Messlichtbündel (32) zum Bestimmen der Fokusslage erzeugt,
 - 10 • dass ein optisches Mittel (38) vorgesehen ist, das das Messlichtbündel (32) derart teilt, dass ein außermittig verlaufendes Messlichtstrahlenbündel (32a) entsteht,
 - 15 • dass im Abbildungsstrahlengang (10) des mikroskopbasierten Systems (1) ein erster dichroitischer Strahlteiler (12) vorgesehen ist, der das Messlichtstrahlenbündel (32a) außermittig in das mikroskopbasierte System (1) einkoppelt und auf die Oberfläche (21) des Objekts (20) richtet;
 - dass das optische Mittel (38) ein vom mikroskopbasierten Systems (1) remittiertes Messlichtstrahlenbündel (32b) auf ein Detektorelement (43) richtet, und
 - 20 • dass zwischen dem Detektorelement (43) und dem optischen Mittel (38) eine Zylinderlinse (42) vorgesehen ist.
2. Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das optische Mittel (38) als ein Prisma ausgebildet ist, das eine voll
- 25 verspiegelte Prismenfläche (19) und eine Prismenfläche (40) zur Totalreflexion aufweist, wobei die verspiegelte Prismenfläche (19) aus dem Messlichtbündel (32) ein außermittig verlaufendes Messlichtstrahlenbündel (32a) erzeugt.
3. Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Detektorelement (43) ein 2-dimensionaler Flächensensor ist.

4. Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Detektorelement (43) aus mindestens zwei parallel zueinander angeordneten linearen Zeilensensoren (48, 49) besteht.
5. Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Verstellmittel (46, 47) vorgesehen sind, die das Detektorelement (43) zu einer durch die Oberfläche (21) des Objekts (20) definierten Ebene (44) neigen.
6. Autofokusmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verstellmittel (47) vorgesehen ist, das das Detektorelement (43) ausschließlich um eine Achse neigt, die zur x-Achse eines kartesischen Koordinatensystems parallel ist.
7. Autofokusmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserlichtquelle (31), das Detektorelement (43), das optische Mittel (38), die Zylinderlinse (42), eine ortsfeste Linse (33) und eine in Richtung eines gestrichelten Doppelpfeils (35) manuell oder motorisch verschiebbare Linse (34), ein zweiter dichroitischer Strahlenteiler 13 und die Verstellmittel (46, 47) in einem Gehäuse (25) angeordnet sind, das mit dem mikroskopbasierten System (1) verbindbar ist.
8. Autofokusmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserlichtquelle (31) IR-Licht als Messlicht aussendet.
9. Autofokusmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das mikroskopbasierte System (1) und das Modul (30) mit einem Rechner (80) verbunden sind.

Zusammenfassung

Das Autofokusmodul besitzt zwischen dem Detektorelement (43) und dem optischen Mittel eine Zylinderlinse (42), die für die Bestimmung der Fokusslage eine Linie auf dem Detektorelement (43) erzeugt. Hinzu kommt, dass das

5 Detektorelement (43) derart um eine Achse schwenkbar ist, dass es zu einer durch die Oberfläche des Objekts (20) definierten Ebene geneigt ist, bzw. dessen Neigung einstellbar ist. Alle optische Komponenten des Autofokusmoduls sind in einem Gehäuse (25) zusammengefasst, das schnell

10 an ein bestehendes mikroskopbasiertes System (1) angeflanscht werden kann.

Fig. 1

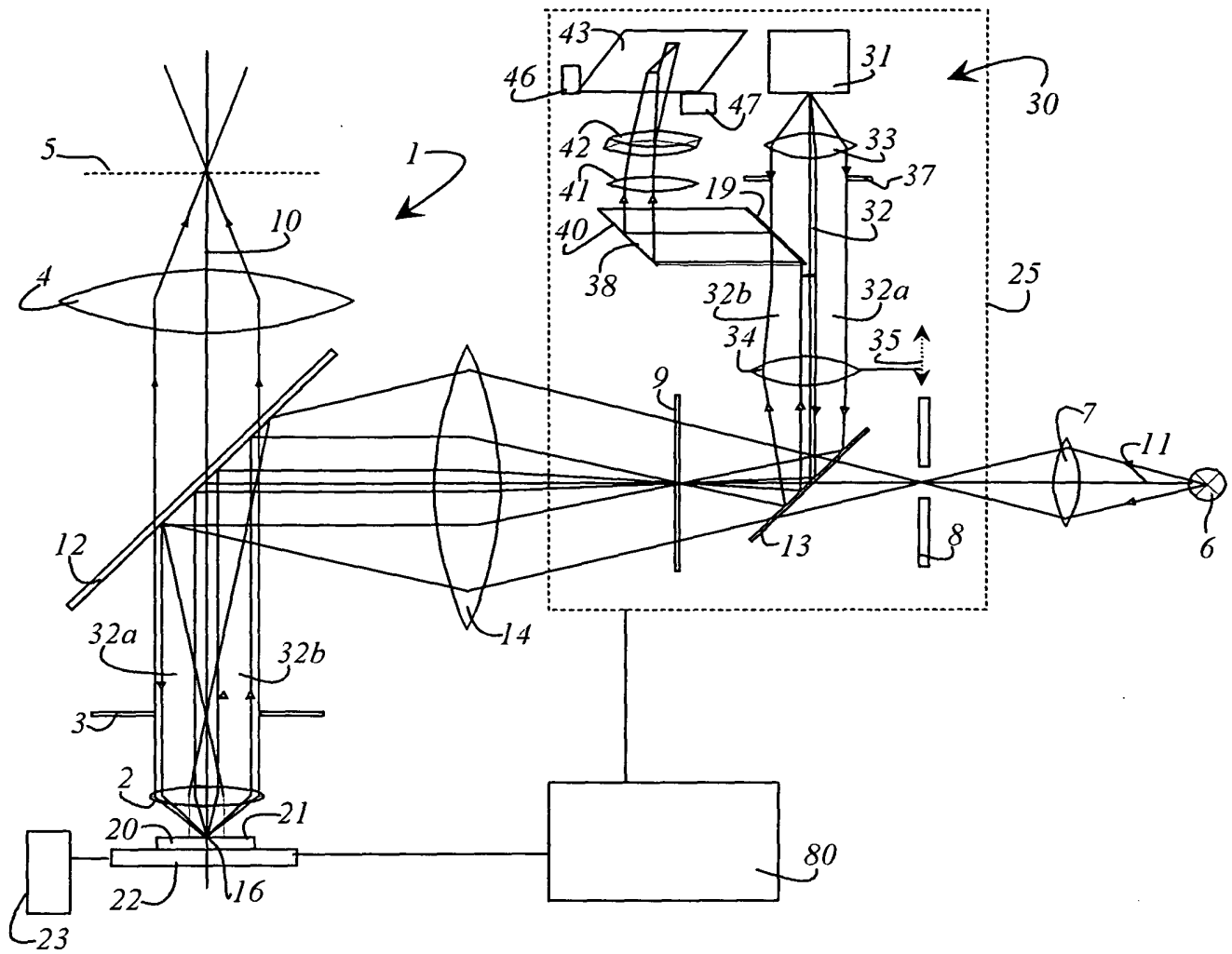
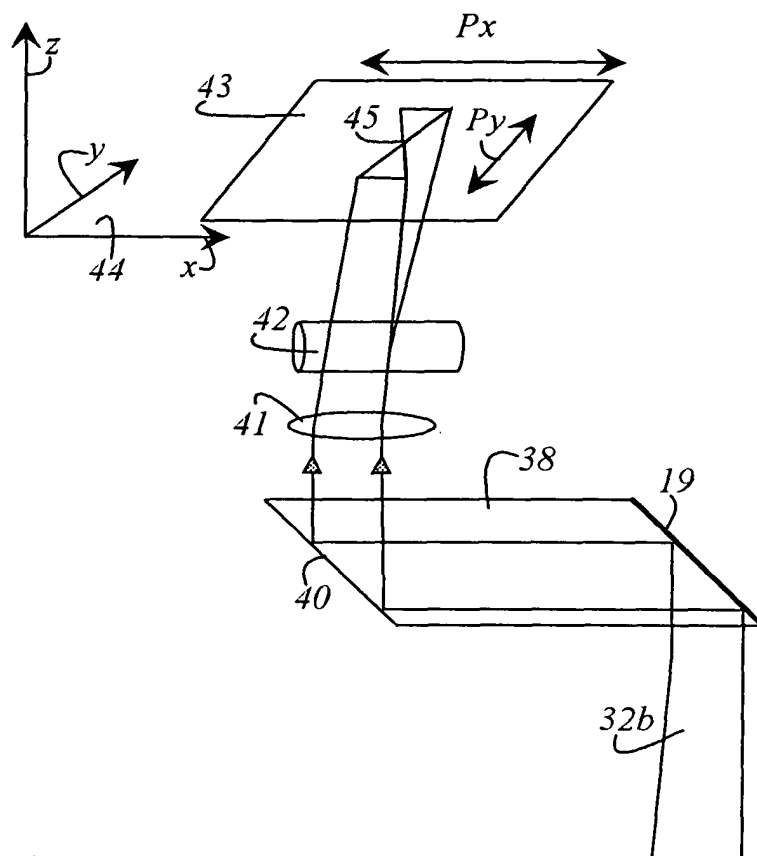
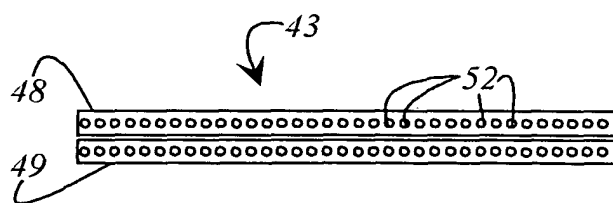
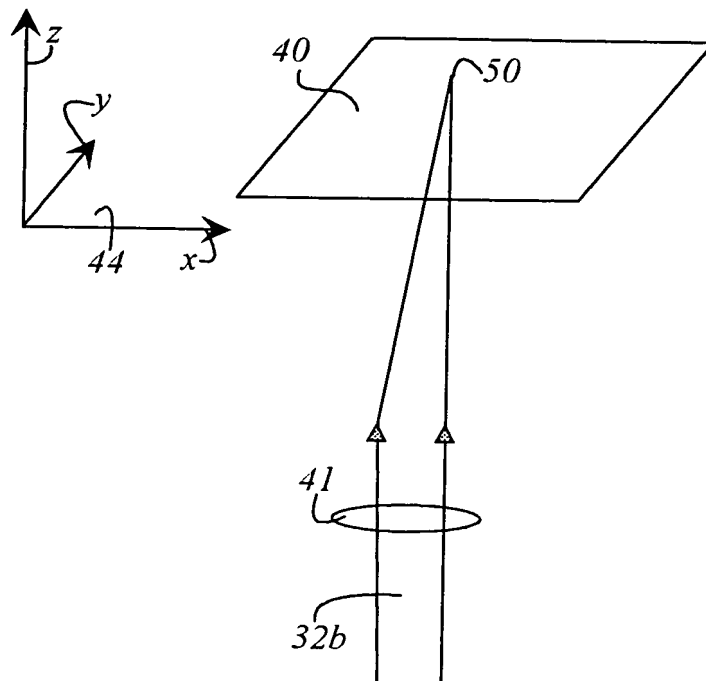
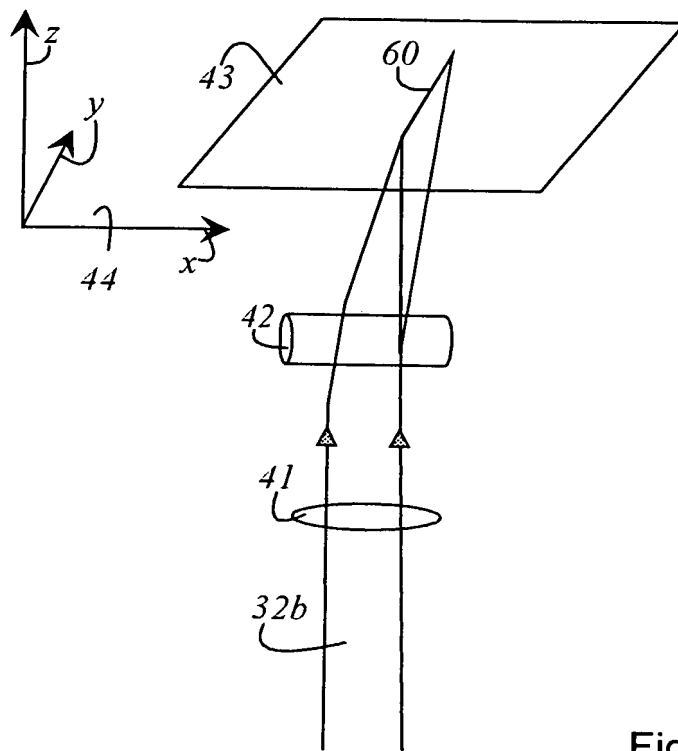
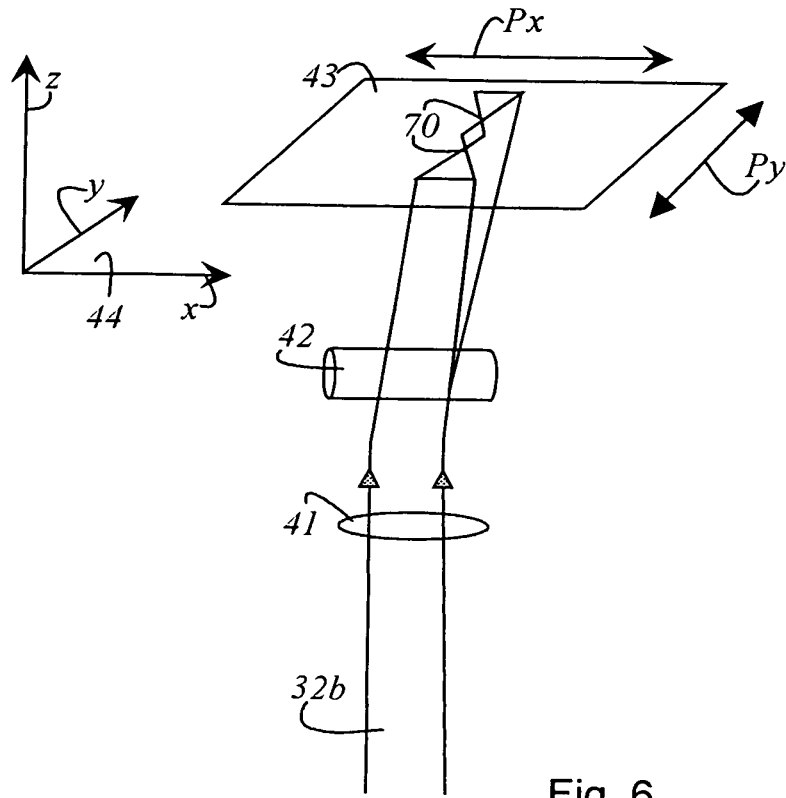


Fig. 1

Fig. 2Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

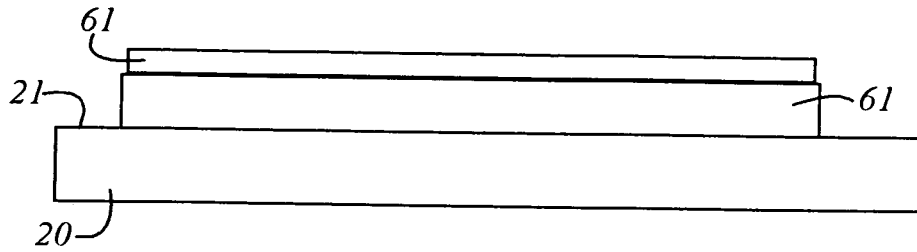


Fig. 7a

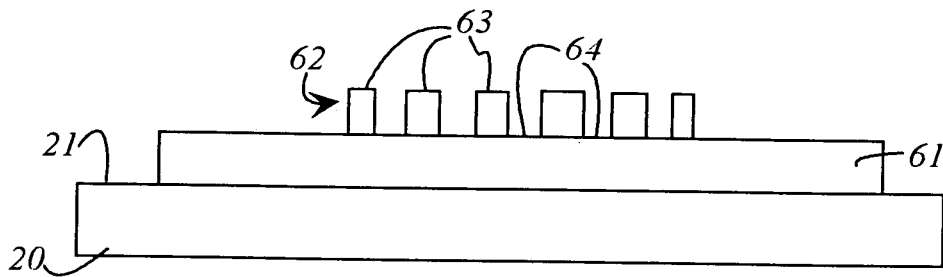


Fig. 7b

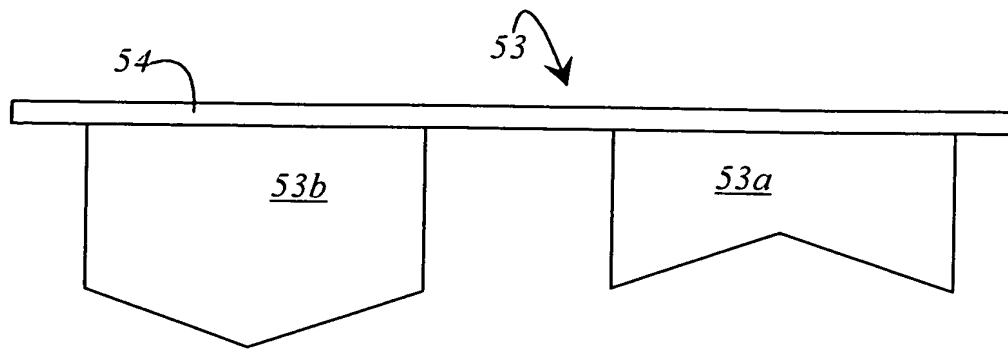


Fig.8a

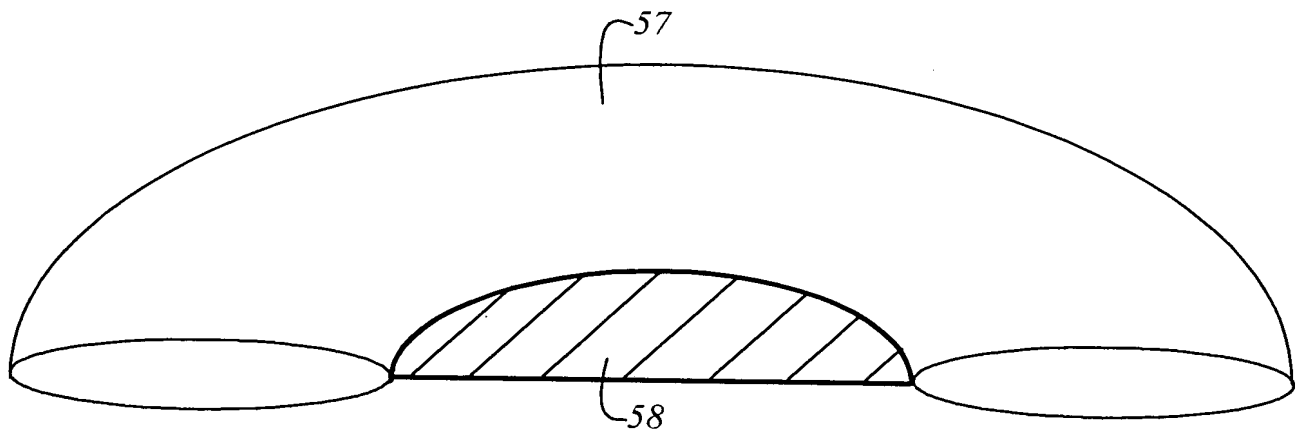


Fig.8b